

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta strojní**  
**Katedra mechanické technologie**

**Optimalizace materiálového a hodnotového toku na oblasti montáže  
hydraulických koncovek ve firmě Gates**

**Optimization of Material and Value Flows Assembly of Hydraulic  
Terminations in Gates Company**

**Student:**

**Miroslav Štajer**

**Vedoucí bakalářské práce:**

**doc. Ing. Josef Novák, CSc.**

**Ostrava 2012**

## Zadání bakalářské práce

Student: **Miroslav Štajer**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2301R040 Průmyslové inženýrství  
Téma: **Optimalizace materiálového a hodnotového toku na oblasti montáže  
hydraulických koncovek ve firmě Gates**  
**Optimization of Material and Value Flows Assembly of Hydraulic  
Terminations in Gates Company**

Zásady pro vypracování:

1. Analýza současného stavu.
2. Posouzení současného stavu.
3. Návrh řešení
4. Celkové zhodnocení řešení.

Seznam doporučené odborné literatury:


NOVÁK, Josef. *Organizace a řízení*. VŠB-TU Ostrava, 2006. 105 s. ISBN 80-248-1223-1.  
KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. Grada Publishing, 2002. 421 s. ISBN 80-247-0199-5.  
*Racionalizace výroby* [online]. Ostrava: FS, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2007. [cit. 2011-12-06]. URL: <http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/racionalizace-vyroby.pdf>  
*Organizace a řízení* [online]. Ostrava: FS, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2007. [cit. 2011-12-06]. URL: <http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/organizace-a-rizeni.pdf>  
TOMEK, Gustav. VÁVROVÁ, Věra. *Řízení výroby*. Grada Publishing, 1999. 439 s. ISBN 80-7169-578-5.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Josef Novák, CSc.**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012

  
prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.  
vedoucí katedry



  
prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě ..... 17.5.2012 .....

.....  
[Signature]

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́доміі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́доміі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : .....17.5.2012.....

.....  
podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Miroslav Štajer

Adresa trvalého pobytu autora práce:

735 71 , Dětmárovice 318

## ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

ŠTAJER, M. *Optimalizace materiálového a hodnotového toku na oblasti montáže hydraulických koncovek ve firmě Gates*. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2012, 42 s. Vedoucí práce: Novák, J.

Bakalářská práce se zabývá optimalizací úseku montáže ve firmě Gates Hydraulics s.r.o. Cílem této práce je na základě časových studií zjistit časovou náročnost jednotlivých operací a identifikováno úzké místo montáže. Po identifikaci úzkého místa a důkladné analýze operací byly za účelem snížení manipulačních časů některé z operací sloučeny. Následně byl navržen nový pracovní postup, kterému bylo uzpůsobeno prostorové řešení pracoviště. Samotné analýze procesu montáže předchází výběr vhodného produktu pro tuto analýzu. Výsledkem práce je řešení, které zvyšuje propustnost úzkého místa při minimální finanční investici do stávajícího systému, dané řešení bylo také realizováno a odzkoušeno.

## ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

ŠTAJER, M. *Optimization of Material and Value Flows Assembly of Hydraulic Terminations in Gates Company*. Ostrava: VŠB – TU of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2012, 42 p. Thesis head: Novák, J.

This bachelor's thesis is dealing with material and value optimization within assembly process of hydraulic terminations in Gates Hydraulics company. The target is to estimate time consumption of each process step and indentify bottleneck point during assembly of the terminations, based on time study. Before analysis of the current process is necessary to choose suitable product type. After determination of bottleneck process step and analysis of all steps in the process, were some of the manipulation steps merged in the future desing of the process. New workplace is designed to fit new workflow of the process. The result enable to increase throughput with minimal financial investment to current process. The final solution was designed, realized and tested in production.

## **Obsah**

Seznam použitých zkratk	8
Použité zkratky termínů	9
0 Úvod	10
1 Historie společnosti Gates Corporation	11
1.1. Společnost Gates Hydraulics s.r.o	12
2 Analýza současného stavu	13
2.1. Výběr vhodného produktu	13
2.2 Využití časových studií	15
2.3 Historie časových studií	15
2.4 Snímek pracovní operace ( chronometráž )	16
2.5 Kroky snímku operace	16
2.5.1 Příprava k pozorování	17
2.5.2 Samotné pozorování a záznam získaných dat	17
2.5.3 Zpracování a vyhodnocení dat	18
2.5.4 Věrohodnost měření snímkem operace	18
2.5.5 Statistické údaje vyplývající z měření	19
2.6 Využití chronometráže v praxi	20
2.6.1 Popis jednotlivých operací	20
2.6.2 Určení časové náročnosti operací	21
2.6.3 Výpočet statistických údajů	22
3 Posouzení současného stavu	25
4 Návrh nového pracovního postupu montáže	27
4.1 Management úzkých míst	27
4.1.1 Management úzkých míst a čtyři základní kroky	28
4.2 Využití zásobníků	28
4.3 Stanovení ukazatelů zlepšení	29
4.4 Systém neustálého zlepšování	29
5 Návrh opatření mimo úzké místo montáže	30
6 Návrh nového systému montáže	32
6.1 Posouzení nového postupu montáže	33
6.2 Prostorové řešení pracoviště	34
6.2.1 Ekonomie pracovních pohybů	34

6.2.2 Zlepšení ergonomie – využití skluzů .....	35
6.3 Sled pohybů pracovníka.....	37
6.4 Využití střídání pracovišť .....	37
7 Zhodnocení daného návrhu.....	38
8 Závěr .....	40
9 Použité zdroje .....	41
10 Seznam příloh .....	42

## **Seznam použitých zkratk**

<b>Značka</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Veličina</b>
$e_v$	[%]	výběrová chyba průměru
$n$	[1]	počet měření
$s$	[s]	směrodatná odchylka
$v$	[%]	variační koeficient
$v_s$	[1]	variační šíře
$\bar{x}$	[s]	průměrná hodnota časové řady
$X_i$	[s]	naměřená hodnota
$X_{\max}$	[s]	maximální hodnota
$X_{\min}$	[s]	minimální hodnota



## **Použité zkratky termínů**

<b>Zkratka</b>	<b>Celé znění zkratky</b>	<b>Význam zkratky</b>
a.s.	akciová společnost	druh obchod. Společnosti
DBR	Drum Buffer Rope	teorie omezení
s. r. o.	spol. s ručením omezeným	druh obchod. společnosti
TOC	Theory of Constraints	teorie omezení

## **0 Úvod**

Aby bylo možné podnik vnímat jako úspěšný je zapotřebí trvalé zvyšování jeho tržní hodnoty. Současné trendy směřují k redukci personálu, ploch a zásob. Nelze popřít, že veškerá tato opatření směřují ke snížení nákladů a z toho vyplývajícího většího zisku. Krátkodobé úspory se ovšem také mohou stát příčinou dlouhodobých ztrát. Dlouhodobá úspěšnost je podmíněna schopností rychle se přizpůsobit požadavkům zákazníků což zvedá nároky na variabilitu výroby a následné montáže. Zároveň musí být zachována příznivá cena a požadovaná kvalita.

Montáž hydraulických koncovek ve firmě Gates představuje předposlední fázi, kdy je z jednotlivých součástí tvořen celek, který je dále předán zákazníkovi. Předmětem této bakalářské práce je právě optimalizace montáže hydraulických koncovek, tak aby byla zvýšena produktivita v této oblasti, a tím dosaženo zvýšení rychlosti jakou systém montáže dokáže sestavit výsledný produkt, pod kterým si z pohledu podniku můžeme vyčíslit konkrétní přínos.

K optimalizaci procesu montáže v této bakalářské práci přistupujeme z hlediska managementu úzkých míst. Je nutné vycházet z předpokladu, že systém montáže má alespoň jedno místo, které brání ke zvýšení výkonnosti. Úzké místo lze odhalit pomocí kapacitních výpočtů, které numericky vyjadřují vytížení určitého místa za jednotku času. Právě nalezení úzkého místa je klíčové ke stanovení priority procesů montáže, které je nutno zdokonalit za účelem zvýšení průtoku.

Samotnému stanovení kapacitních výpočtů z kterých je identifikováno úzké místo předchází nalezení vhodného produktu, případně produktové řady hydraulických koncovek. V rozsahu této práce není možno zmapovat tok více jak 600 produktů, které jsou předmětem montáže hydraulických koncovek. Je tedy nezbytně nutné odhalení malého spektra produktů, které z hlediska produkce firmy hrají klíčovou roli.

## **1 Historie společnosti Gates Corporation**

Když v roce 1911 Charles Gates zakládal společnost, jistě netušil, že jeho firma s jedinou pobočkou v Denveru bude zaujímat přední pozice na trhu s pryžovými výrobky. Úspěch firmy předurčil roku 1917 John Gates svým vynálezem klínového řemene. Klínový řemen skládající se z vrstev gumy a podélné vrstvy tkaniny zaručil firmě obrovský úspěch a Gates etabloval na největšího světového výrobce klínových řemenů, firma si drží tento titul do dnešního dne. Rok 1927 znamenal rozšíření produktové řady o výrobu hadic pro automobily a průmysl. Díky konstrukční podobnosti, kdy se hadice stejně jako klínové řemeny skládají z vrstev pryže a tkaniny mohla firma plně zužít zkušenosti v oblasti zpracování pryže a tkaniny. Vzhledem k rostoucí poptávce po špičkových výrobcích firmy Gates byla v roce 1963 otevřena první z mnoha továren firmy Gates v Evropě. V následujících letech Gates získává několik společností působících ve stejném odvětví. Dále jsou otevřeny nové závody v Anglii, Španělsku, Skotsku, Francii a Jižní Koreji. Rok 1994 znamenal akvizici obchodních aktivit v oblasti řemenů od firmy Kléber Industrie ve Francii. V roce 1996 končí etapa dlouhá 85 let, kdy byl podnik vlastnictvím rodiny Gates. Největší podnik na světě v oblasti výroby řemenů a hadic se stává součástí britské korporace Tomkins sídlící v Londýně. Skupina Tomkins zahrnuje přední výrobce a vývojáře automobilových součástí a nástrojů. Nyní jsou Produkty firmy Gates distribuovány přímo do automobilových a průmyslových podniků po celém světě díky síti 150 000 distributorů. [1]

Z pohledu výroby je možné Gates Corporation do dvou skupin :

- Výroba hnacích řemenů
- Výroba hydraulických a průmyslových hadic, koncovek

## 1.1 Společnost Gates Hydraulics s.r.o

Gates Hydraulics s.r.o působí v České republice od roku 2005, kdy si pronajala výrobní halu v průmyslové zóně Karviná – Nová Pole a zahájila stavbu nového výrobního závodu. Průmyslová zóna o rozloze 45 hektarů je plně ve vlastnictví města Karviná což zjednodušuje rychlé řešení požadavků investorů. Zóna je situována v příhraničí Slovenska a Polska, právě toto umístění je výhodně pro expanzi na rychle se rozvíjející trhy střední a východní Evropy. V současné době firma zaměstnává přes 270 zaměstnanců s mírnou tendencí růstu počtu zaměstnaných osob.



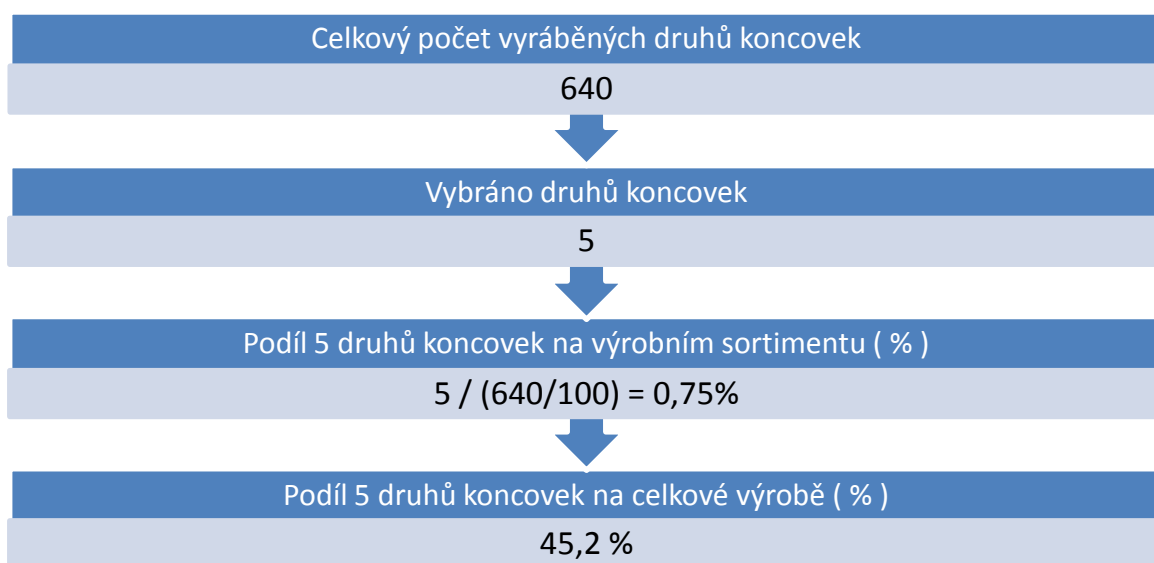
Obr. č. 1 umístění firmy Gates Hydraulics s. r.o

## 2 Analýza současného stavu

### 2.1 Výběr vhodného produktu

Samotné analýze současného stavu montáže předchází výběr vhodného produktu případně produktové řady. Určení priorit je možno charakterizovat jako výběr určité věci před jinou. Pro tuto analýzu se využívá tzv. Paretovo pravidlo. Toto pravidlo se jmenuje po svém tvůrci jímž byl italský ekonom Vilfredo Pareto. Pravidlo pracuje s faktem, že jen 20% z výčtu možného výběru způsobí 80 % následků. Pareto pomocí tohoto pravidla vyjádřil fakt, že 80 % italské půdy vlastní jen 20 % Italů. Obecně není možné předpokládat přesnou závislost 80:20, ale platí, že vztah mezi příčinami a následky je vždy nelineární. Příčiny, který způsobují nejvíce následků se označují jako příčiny kategorie A. V případě optimalizace montáže hydraulických koncovek to je právě konkrétní druh hydraulické koncovky.

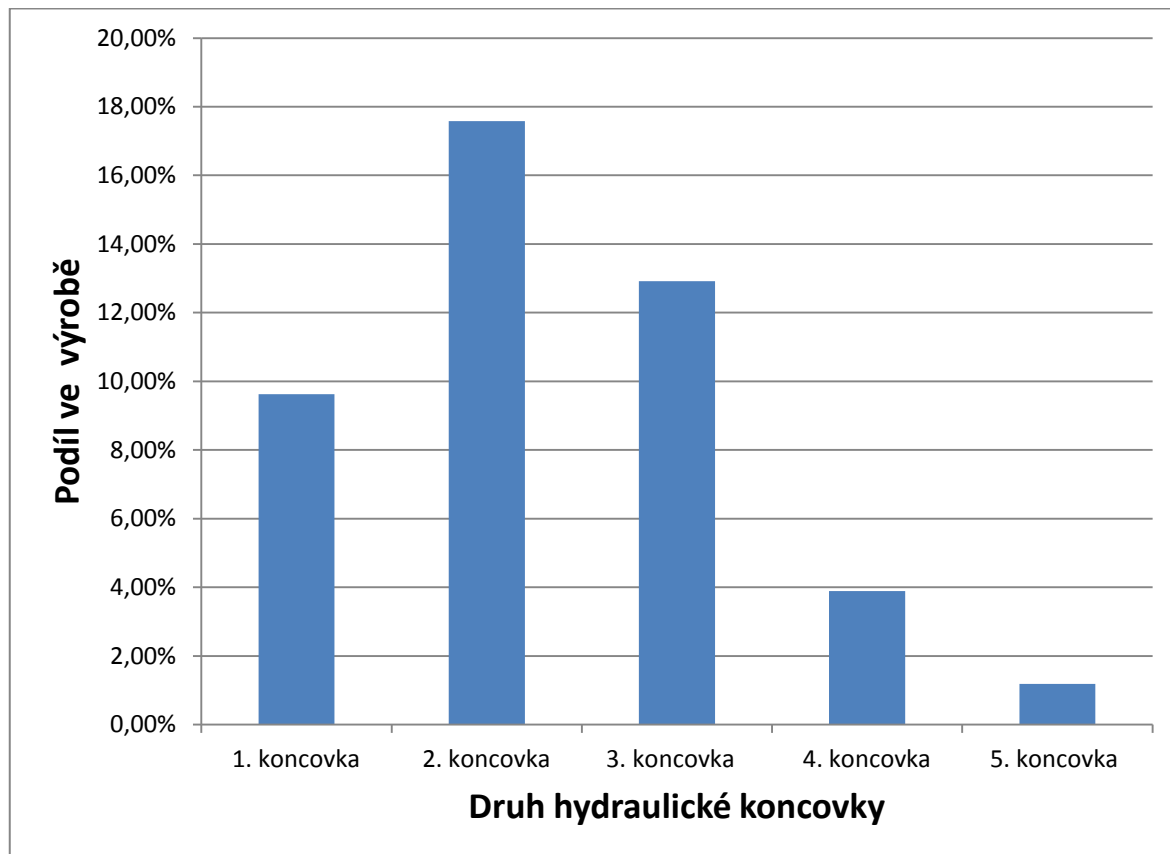
Výběr konkrétního druhu koncovky je proveden ze seznamu výrobního sortimentu firmy, který je interním materiálem firmy. Z tohoto seznamu bylo vybráno 5 druhů hydraulických koncovek s největším procentuálním podílem na výrobě. Seznam výrobního sortimentu s procentuálním podílem jednotlivých hydraulických koncovek si firma z důvodu ochrany svých údajů nepřeje uvést v této bakalářské práci.



Obr. č. 2 grafické znázornění výběru hydraulických koncovek

Pět druhů hydraulických koncovek, což není ani jedno procento z výrobního sortimentu tvoří téměř polovinu výroby firmy. Podíl jednotlivých druhů na výrobě je dále možno vyjádřit pomocí sloupcového grafu.

Graf č. 1 sloupcový graf výběru hydraulických koncovek



Z grafu vyplývá, že je pro následnou časové studie výroby vhodné vybrat koncovku č. 2. Provádění náměrů za účelem časových rozborů se však provádělo na koncovce č.3. z důvodu montáže zakázky o poměrně velkém počtu kusů, která se prováděla v době náměrů. Výsledná optimalizace montáže je však přínosem pro všech pět druhů vybraných koncovek, neboť je pro ně charakteristické, že jejich montážní proces probíhá na stejné montážní lince, dané koncovky se od sebe liší pouze rozměrem.

## **2.2 Využití časových studií**

Časové studie jsou jednou z hlavních metod racionalizace výroby. V našem případě je prvořadým úkolem těchto studií stanovení spotřeby času pro jednotlivé úseky montáže daného výrobku firmy, sledování a časový rozbor postupné montáže výrobku z jednotlivých komponentů. Pomocí časové studie je možné vytvořit prvotní normativy času a odhalit úzké místo montáže. Dále je možno analyzovat jednotlivé časy časů úkonů a případně učinit návrh nového postupu práce, který by vedl k snížení časové náročnosti.

## **2.3 Historie časových studií**

Za zakladatele dnešních časových studií, které se zabývají vědeckým pohledem na práci dělníka je F. W. Taylor. ( 1856 – 1915 ). Při časových studiích mohl Taylor využít své zkušenosti, které získal postupem přes pracovní pozice učence, dělníka a vedoucího mechanika. Znalost výrobních postupů, zaběhlých pravidel a přístupu dělníků k práci ho vedla k snaze zlepšit organizaci práce v dílně.

Předpokladem pro Taylorovy studie byla myšlenka, že dělníka nevede nic k tomu, aby zvyšoval svůj pracovní výkon. Dosažení odpovídacích pracovních výkonů a možnost časově dokumentovat průběh činností vedla Taylora k zavedením pracovních norem. Díky pracovním normám si již dělník sám nemohl stanovit rozsah a rychlost provedení práce. Základem pro stanovení pracovních norem se staly časové studie, které osobně prováděl. Každá pracovní operace byla rozložena na jednotlivé po sobě jdoucí úkony. Přesným měřením časů potřebných pro vykonání úkonů, následnou eliminací neužitečných časů a pomocí matematických výpočtů stanovil nejkratší časový úsek potřebný pro vykonání dané operace. Tímto počinem zahájil dobu vědeckého přístupu k stanovení výkonnosti dělníka což mělo za následek rychlý rozvoj výroby. [2]

*Výsledkem časových studií byly tzv. jednotkové časy, zjištěné součtem časů potřebných pro jednotlivé úkony. Jednotkové časy byly základem pro stanovení normy denního výkonu dělníka, který se nazýval „úkol“ . [3]*

Nové zásady řízení a systém, který umožní praktické využití těchto zásad poprvé uveřejnil na své přednášce v roce 1903, tato přednáška později vyšla v knižní podobě. Taylor byl přesvědčen, že právě jeho studie dává návod k tvoření vědy. Vedoucí činností by měli plně znát veškerou problematiku práce, která byla dříve přenechána samotným pracovníkům. Práce by měla být účelně členěna tak aby byl způsob práce co nejrychlejší a vybráno to nejvhodnější nářadí. Časové studie v podobě F. W. Taylora měly za následek až třináásobné zrychlení práce, ale nesetkaly se s velkým pochopením z řad dělníků. Časy stanovené pomocí nejrychlejšího z pracovníků byly pro mnohé často nedosažitelné a ti byli nahrazeni novými zaměstnanci, případně se to negativně projevilo na výši jejich mzdy. Stížnostmi dělníků se zabýval i kongres, který zakázal používání stopek a prémiových mezd ve vládních organizacích.

## **2.4 Snímek pracovní operace ( chronometráž )**

Jedná se o metodu sledování spotřeby pracovního času na vykonání operace, případně samotného pracovního úkonu. Předpokladem je, že samotná operace je cyklická a měření provádí pracovník, který je znalý technologické podstaty operace. Tento pracovník si do předem připravené tabulky zapisuje postupné časy. Tyto časy se obvykle v tabulce označeny písmenem „P“ a vyjadřují časy jdoucí po sobě, tak jak byly naměřeny. Rozdíly dvou po sobě jdoucích postupných časů, které jsou zapsány v tabulce vytvoří časy jednotlivé, ty jsou obvykle označovány písmenem „J“. Jednotlivé časy vyjadřují čas potřebný pro jednotlivý úkon či operaci, která je striktně vymezena krajními body.

## **2.5 Kroky snímku operace**

Provedení snímku operace se pro přehlednost obvykle dělí na tři po sobě následující kroky.

1. Příprava k pozorování.
2. Samotné pozorování a záznam získaných dat.
3. Zpravování a vyhodnocení získaných dat.



### **2.5.1 Příprava k pozorování**

- Zahrnuje stanovení cíle pozorování, tímto cílem je v našem případě stanovení časové potřeby pro tvorbu výkonové normy.
- Důkladně se seznámíme s pracovním procesem na daném pracovišti, používanými stroji, přípravky.
- Rozdělíme zkoumanou operaci na jednotlivé úkony, pokud není předmětem pozorování úkon samotný.
- Určení délky snímku, tak aby výsledné měření co nejvíce vypovídalo průměrné nutné spotřebě času. Zvýšením počtu náměrů získáme vyšší přesnost výsledných údajů.
- Stanovení momentu, kdy je rytmus práce dělníka již ustálený a je možné začít provádět samotné měření.
- Zvolení vhodného místa pro pozorování, zajištění technického vybavení pro měření.

### **2.5.2 Samotné pozorování a záznam získaných dat**

- Zápis dat se provádí do předem připravené tabulky. Data zapisujeme ke každému úkonu, který je předem určen krajními body do pozorovacího listu.
- Vyloučíme extrémní hodnoty.

### **2.5.3 Zpracování a vyhodnocení dat**

- Stanovení jednotlivých časů úkonů z rozdílů dvou po sobě jdoucích časů.
- Určení střední hodnoty, např. pomocí metody aritmetického průměru.
- Posouzení věrohodnosti dat.

### **2.5.4 Věrohodnost měření snímkem operace**

Věrohodnost je vyjádřena odchylkou aritmetického průměru naměřených časů od skutečného existujícího průměru. Velikost odchylky určuje rozsáhlost měření ( počet snímků, měření u různých pracovníků a na různých pracovištích ). Rozsah měření je potřeba zvolit, tak aby byl dostatečně věrohodný, ale také hospodárný a realizovatelný. Samotný snímek operace také nevystihuje zda jsou nastaveny optimální pracovní podmínky. Rozmístění jednotlivých pracovních prvků, nástrojů a zařízení je nutno podrobit dalšímu zkoumání např. mikropohybovým studiím. [4]

*S ohledem na charakter práce je třeba určit přípustnou chybu měření a toto opakovat do chvíle, kdy hodnoty pro každý úkon splňují podmínku, že vypočtená výběrová chyba průměru je nejvýše rovna přípustné chybě. Ta se může volit pro ruční práce v intervalu 2-5%. [5]*

### 2.5.5 Statistické údaje vyplývající z měření

Aritmetický průměr je statistická veličina, která vyjadřuje typickou hodnotu popisující soubor mnoha hodnot.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad [1] \quad [1]$$

Směrodatná odchylka vyjadřuje kvadratický průměr odchylek hodnot od aritmetického průměru.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad [s] \quad [2]$$

Variační koeficient vyjadřuje míru sourodstí daného statistického souboru.

$$v = \frac{S}{\bar{x}} \quad [\%] \quad [3]$$

Variační šíře, udává rozdíl krajních mezí souboru.

$$v_s = X_{max} - X_{min} \quad [s] \quad [4]$$

Výběrová chyba průměru udává odchylku aritmetického průměru od skutečné hodnoty.

$$e_v = \frac{v}{\bar{x}} * 100 \quad [\%] \quad [5]$$

## **2.6 Využití chronometráže v praxi**

Využití časových studií bude předvedeno na následujícím případě. Jde o stanovení normy spotřeby času na úseku montáže jednoho kusu daného produktu, který jsme určili předchozím výběrem. Následný rozbor a návrh nového pracovního postupu, který by byl rychlejší. Současný úsek montáže je prováděn pomocí dvou pracovníků z nichž, jeden vykonává operaci č. 1 a č. 2. Následně se produkt přesune k druhému pracovníkovi, který provede operaci č. 3. Konečná montáž je dokončena třetím pracovníkem vykonávající operaci č. 4. Těmto operacím předchází dvě operace, které jsou však dány taktem stroje, tyto časy jsou tedy za běžného provozu neměnné.

### **2.6.1 Popis jednotlivých operací**

- Operace č. 1 a č. 2 vykonává první pracovník, úkolem první operace je nasazení gumového “o” kroužku na kovový nátrubek zvaný stem. Druhá operace, kterou tento pracovník vykonává je nasazení převlečné matice přes stem, který byl předem opatřen již zmiňovaným “o” kroužkem a odložení na pracovní plochu.
- Operaci č. 3 vykonává druhý pracovník, tato operace zahrnuje elektronickou kontrolu nasazeného “o” kroužku. A následné zazátkování plastovou krytkou, která je zašroubována do závitu převlečené matice. V případě, že daný kus neprošel předchozím testem není možné zátku zašroubovat.
- Operace č. 4 představuje slisování koncovky do finální podoby na několik metrů vzdáleném pracovišti, kde pracovník obsluhuje příslušné strojní zařízení.

## 2.6.2 Určení časové náročnosti operací

Před určením jednotlivých časů operací je nutná dobrá znalost celého montážního procesu a význam jednotlivých operací. Předešlý popis operací je dostačující pro pochopení samotného principu montáže koncovky a vytvoření prvotních náměrů. Pro následnou úpravu systému je však nutno znát kompletní problematiku jednotlivých pracovišť a operací. Tyto informace jsou ovšem průmyslovým vlastnictvím firmy a dle dohody o mlčenlivosti je nelze zveřejnit. Následující tabulky vyjadřují čas potřebný pro jednotlivé úkony.

Tab. č. 1 operace na úseku montáže závislé na taktu stroje

Časová náročnost strojních operací		[s]
1	zalisování "C"	2,76
2	ražení identifikačního kódu	0,70

Tab. č. 2 určení krajních bodů úkonů u operace č. 1, kterou vykonává první pracovník

Stanovení krajních bodů úkonů		
1	uchopení	uchopeno pro "O" kroužek
2	nasazení "O" kroužku	kroužek nasazen šídlem
3	odložení	uloženo na odkládací plochu

Tab. č. 3 postupné a jednotlivé časy šesti náměrů operace č. 1, kterou vykonává první pracovník

Č.	1		2		3		4		5		6	
	P [s]	J [s]	P [s]	J [s]	P [s]	J [s]	P [s]	J [s]	P [s]	J [s]	P [s]	J [s]
1	1,35	1,35	1,49	1,49	1,51	1,51	1,36	1,36	1,31	1,31	1,35	1,35
2	2,71	1,37	2,72	1,23	2,74	1,23	2,76	1,40	2,77	1,47	2,78	1,44
3	3,06	0,35	3,12	0,40	3,02	0,28	3,11	0,36	3,10	0,33	3,13	0,35

### 2.6.3 Výpočet statistických údajů

Příklad výpočtu statistických údajů, které je možno získat z naměřených časů pro operaci č. 1. Statistické údaje jsou vypočteny pomocí vzorců 1 - 5. Samotné provedení výpočtu je vhodné provádět pomocí aplikace Microsoft Office Excel, která nám umožňuje rychlé zpracování a analyzování dat. V tomto programu je možné také provést vizualizaci pomocí grafů.

Aritmetický průměr :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{1,35+1,49+1,51+1,36+1,31+1,35}{6} = 1,39 \text{ s}$$

Směrodatná odchylka :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{(1,35-1,39)^2 + (1,49-1,39)^2 + (1,51-1,39)^2 + (1,36-1,39)^2 + (1,31-1,39)^2 + (1,35-1,39)^2}{6-1}} = 0,08 \text{ s}$$

Variační koeficient :

$$v = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{0,08}{1,39} = 0,06 \%$$

Variační šíře :

$$v_s = X_{max} - X_{min} = 1,51 - 1,31 = 0,2 \text{ s}$$

Výběrová chyba průměru:

$$e_v = \frac{v}{n-1} \cdot 100 = \frac{0,06}{6-1} \cdot 100 = 1,15 \%$$

Tyto statistické údaje je vhodné vypočíst pro každý jednotlivý úkon. V případě, že výběrová chyba průměru přesahuje stanovenou mez, zhotovíme větší počet náměrů. V případě dalších úkonů již tyto výpočty nebudou uváděny, předmětem této bakalářské práce není čtenáře zahrnout množstvím výpočtů, které jsou snadno realizovatelné v již zmíněné aplikaci Microsoft Office Excel.

Tab. č. 4 operace č. 1, kterou vykonává první pracovník

Stanovení krajních bodů úkonů			Průměr [s]
1	uchopení	uchopeno pro "O" kroužek	1,39
2	nasazení "O" kroužku	kroužek nasazen šídlem	1,35
3	odložení	odloženo na ploše	0,34
součet časů			3,09

Tab. č.5 operace č. 2, kterou vykonává první pracovník

Stanovení krajních bodů úkonů			Průměr [s]
1	uchopení	uchopeno v poloze pro matici	1,09
2	nasazení matice	matice nasazena	0,27
3	odložení	uloženo na odkládací plochu	1,32
součet časů			2,69

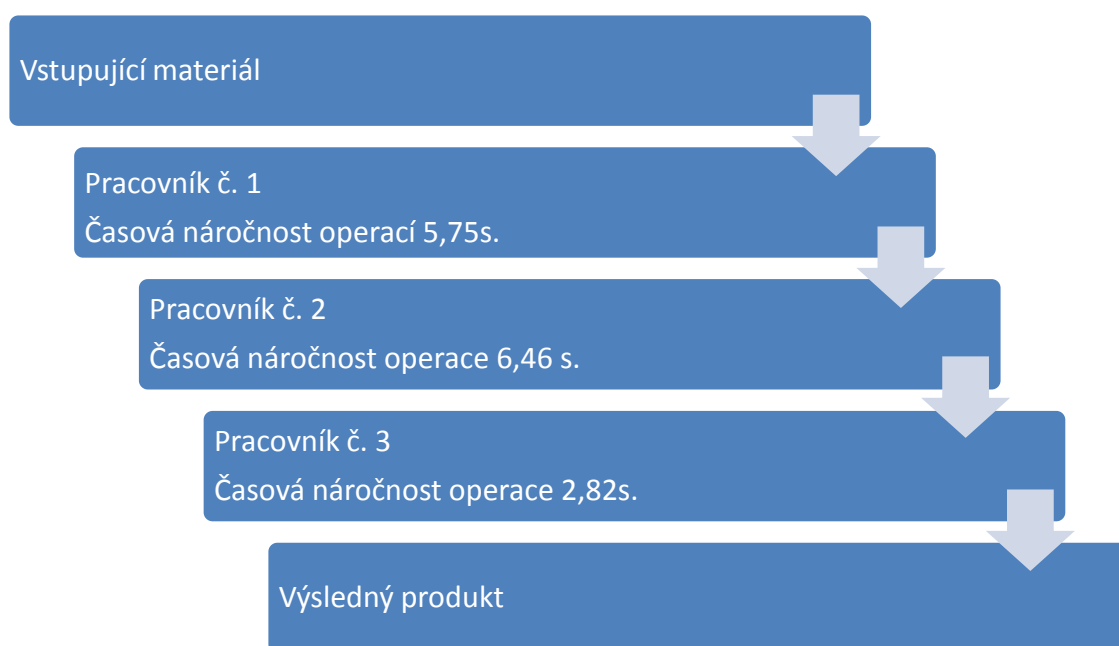
Tab. č. 6 operace č. 3, kterou vykonává druhý pracovník

Stanovení krajních bodů úkonů			Průměr [s]
1	uchopení k testu	začátek testu	1,41
2	test	otestováno	2,21
3	šroubování	zašroubováno	1,89
4	odložení	odloženo	0,96
součet časů			6,46

Tab. č. 7 operace č. 4, kterou vykonává třetí pracovník

Stanovení krajních bodů úkonů			Průměr [s]
1	uchopení	vloženo do lisu	0,99
2	lisování	zalisováno	1,30
3	uchopení	odloženo v přepravce	0,53
součet časů			2,82

U čtyř po sobě jdoucích operací, z nichž má každá jinou časovou náročnost určuje takt montáže pracovník č. 2, jehož operace má největší časovou náročnost. Pracovník č. 2 tedy tvoří úzké místo montáže. Vzhledem k tomu, že jsou dané operace na sobě jednoznačně závislé, určuje takt celé montáže právě místo s největší časovou náročností. Při pozorování je patrné, že první pracovník zpomaluje tempo montáže na úroveň druhého pracovníka a třetí pracovník zpracuje jen takové množství výrobků, které je mu druhý pracovník schopen poskytnout. Celou montáž tvoří operace, které jsou relativně jednoduché a rychlé. Uchopení materiálu do správné polohy pro montáž a následné odložení materiálu tvoří značnou část z celkového času potřebného pro vykonání operace.



Obr. č. 3 znázornění časové náročnosti operací



### 3 Posouzení současného stavu

U jednoduchých operací, které byly předem analyzovány pomocí chronometráže tvoří značnou část spotřeby času samotná manipulace s materiálem. Každá z operací má taktéž jinou časovou náročnost. Následkem časových rozdílů je, že 100 % svého pracovního času využívá jen pracovník č. 2 jenž pracuje právě v úzkém místě montáže. Poměr mezi úkony, které jsou nezbytně nutné k sestavení výrobku a úkony, které je nutno eliminovat vyjadřuje následující graf. Do úkonů, které se snažíme eliminovat byla zahrnuta veškerá manipulace s materiálem, která není nezbytně nutná. Úkony, které jsou zařazeny mezi nezbytně nutné nelze z procesu montáže vyřadit. V grafu jsou zahrnuty úkony pracovníka č.1 a pracovníka č. 2. Pracovník č. 3 byl záměrně vynechán, neboť pracuje na odděleném pracovišti se strojním zařízením a jeho operace není možno sloučit s operacemi předcházejících pracovníků.

Tab. č. 8 úkony u kterých by mělo dojít k eliminaci

Úkony, které je potřeba eliminovat		Průměr [s]
1	odložení stemu ( kovový nátrubek ) po nasazení "O" kroužku	0,34
2	uchopení stemu pro nasazení matice	1,09
3	odložení stemu	1,32
4	uchopení stemu k testu	1,41
součet časů		4,16

Tab. č. 9 úkony nezbytně nutné

Úkony nezbytně nutné		Průměr [s]
1	prvotní uchopení stemu ( kovový nátrubek )	1,39
2	nasazení "O" kroužku	1,35
3	nasazení matice	0,27
4	test	2,21
5	šroubování	1,89
6	konečné odložení	0,96
součet časů		8,07

Graf č. 2 výsečový graf úkonů, které jsou nezbytně nutné a které je možno eliminovat



V každém systému lze nalézt minimálně jedno omezení. Jedno omezení v úseku montáže brání dosažení lepších výkonů na jiných místech. Současné úzké místo montáže představuje časový úsek 6,46 s. Veškeré investice, které byly firmou investovány do nových strojů díky tomuto omezení postrádají z hlediska výkonu montáže smysl. Zvětšením průtoku úzkých míst se zabývá management úzkých míst a na podnikové úrovni se sleduje v TOC. Díky časovým studiím, které již byly učiněny a pracují s aktuálními daty je možné nyní přistoupit k řešení problému právě pomocí TOC. Opatření, která zvednou průtok úzkého místa by měly být finančně nenáročná a velmi rychle aplikovatelná do současného systému montáže. Díky finanční nenáročnosti a rychlému zavedení aspoň ve zkušebním režimu je možné vyčíslit skutečný přínos navržených opatření.

## **4 Navrhnutí nového pracovního postupu montáže**

Návrh nového pracovního postupu montáže vychází z managementu úzkých míst, využití teorie TOC a zlepšení ergonomie, která práci usnadňuje pomocí zmenšení fyzických nároků na pracovníka pracujícího v úzkém místě montáže.

### **4.1 Management úzkých míst**

Omezení systému, které brání dosažení celkové vyšší rychlosti systému je možné nalézt na mnoha místech :

- Výrobní zdroje – v případě nedostatečné výrobní kapacity strojů není plně využit pracovní potenciál pracovníka.
- Marketing – v případě špatné činnosti marketingu nejsou kapacity výrobního systému využity a narůstá ušlý zisk.
- Řízení lidských zdrojů – v případě, že jsou ve firmě zavedena nevhodná pravidla a kritéria, kterými se firma řídí, není pracovník zcela využit.
- Čas – v případě, že firma nedokáže rychle reagovat na potřeby zákazníka je velká šance, že firma o tohoto zákazníka ztratí.
- Neochota pracovat – v případě, že pracovník není dostatečně motivován nebo není na pracovišti vhodná pracovní atmosféra klesá výkon pracovníka.

Existuje celá řada omezení, které brání podniku k dosažení vyšší výkonnosti. Nelze vyřešit všechna omezení najednou. Základní otázkou managementu úzkých míst však zůstává otázka : „ Kde se nachází úzké místo podniku ? “ [6]

#### **4.1.1 Management úzkých míst a čtyři základní kroky**

- Identifikace omezení – pod pojmem identifikace omezení se skrývá cíl nalézt omezení, které brání dosažení maximálního zisku, ať již jde o omezení fyzické, manažerské, případně jiné.
- Volba vhodného využití omezení – v tomto kroku se snažíme co nejlépe využít úzké místo a tím snížit ztráty spojené s tímto místem.
- Podřízení ostatních prvků – prvořadá je snaha o odstranění omezení pomocí úpravy současného systému nebo zvolení zcela jiného systému
- Neustálé zdokonalování – v případě odstranění jednoho omezení (odstranění prioritního omezení ) nastává omezení nové. Identifikace nového omezení a jeho řešení se stává koloběhem neustálého zlepšování.

#### **4.2 Využití zásobníků**

Je nutné provést taková opatření, která zaručují, že úzké místo může své operace neustále vykonávat, je tedy nutno zajistit nepřetržitý přísun materiálu. Úzkému místu montáže, které tvoří především ruční operace předchází operace strojní. Strojní operace vyžadují při změně produktu, který je předmětem montáže čas na přestavbu stroje. Při přestavbě stroje není přípustné, aby byl úsek montáže nevyužit. Z tohoto důvodu je vhodné využít zásobníků, které souvisí se systémem Drum-Buffer-Rope ( DBR ).

DBR spočívá v regulaci vstupujícího materiálu do úseku montáže. Úzké místo udává takt montáže a v případě výpadku jakéhokoliv ze zdrojů by byla ohrožena výkonnost tohoto místa. Zásobník před úzkým místem zaručuje ochranu, která zajistí potřebný materiál v případě přestavby nebo poruchy [7]

### **4.3 Stanovení ukazatelů zlepšení**

Jakékoliv zlepšení by mělo být hmatatelné, případně vyčíslitelné. Jako základní ukazatele zlepšení procesů se obvykle volí průtok a provozní náklady. Zrychlení systému znamená i snížení požadavků na zásoby, které podnik drží. Rychlejší procesy dovedou rychleji reagovat na potřeby zákazníka.

- Průtok – množství výrobků, které projde za jednotku času daným místem
- Provozní náklady – množství finančních prostředků, které je potřeba vynaložit, aby systém mohl pracovat
- Zásoby – množství peněz, které jsou ukryty ve formě materiálu, rozpracované výroby i hotových výrobků

### **4.4 Systém neustálého zlepšování**

Neustálé zlepšování ve všech směrech je jedním ze základních principů založených na bázi ISO 9001. Tento systém by měl firmu inspirovat k celkovému rozvoji. Rozvoje je možné dosáhnout pouze pokud je plněn procesní způsob řízení, zlepšování je nutné provádět na nejnižších segmentech systému, tedy v samotné výrobě a montáži. Za účelem zlepšování jednotlivých procesů jsou do tohoto systému zapojeni i jednotliví pracovníci, kteří pracují na jednotlivých procesech. Tento systém je základem pro hledání a odstraňování rezerv plýtvání, měření, analýzu a zvyšování efektivnosti. Ve firmě, která je předmětem této práce se může pracovník na libovolném stupni podniku do tohoto systému zapojit prostřednictvím svého návrhu, který vede k jakémukoliv zlepšení. Následně je přínos návrhu přezkoumán a pracovník odměněn věcným darem, případně finanční odměnou, která závisí na rozsahu skutečné úspory, ke které návrh vede. [8]

## **5 Návrh opatření mimo úzké místo montáže**

Při měření časové náročnosti jednotlivých operací byly v systému montáže objeveny nedostatky jenž nelze opomenout. Odstranění objevených nedostatků přispívá k celkovému zlepšení procesu montáže hydraulických koncovek. Při nalezení problému byl problém přesně definovat a následně byl učiněn návrh, který vede k odstranění daného problému.

Definování nedostatku č.1 :

- V poslední operaci, kdy dochází k zalisování koncovky je nutno vymezit výšku v jaké je koncovka zalisována. V případě změny produktové řady je potřeba tuto polohu znova vymezit pro danou produktovou řadu. Pokud pracovník provede špatné seřízení stroje dojde k zlomení lisovacích čelistí vlivem jejich nadměrného zatížení, které je způsobeno kontaktem čelistí s nepoddajným vymezovacím trnem.

Navrhnuté opatření pro odstranění nedostatku č.1:

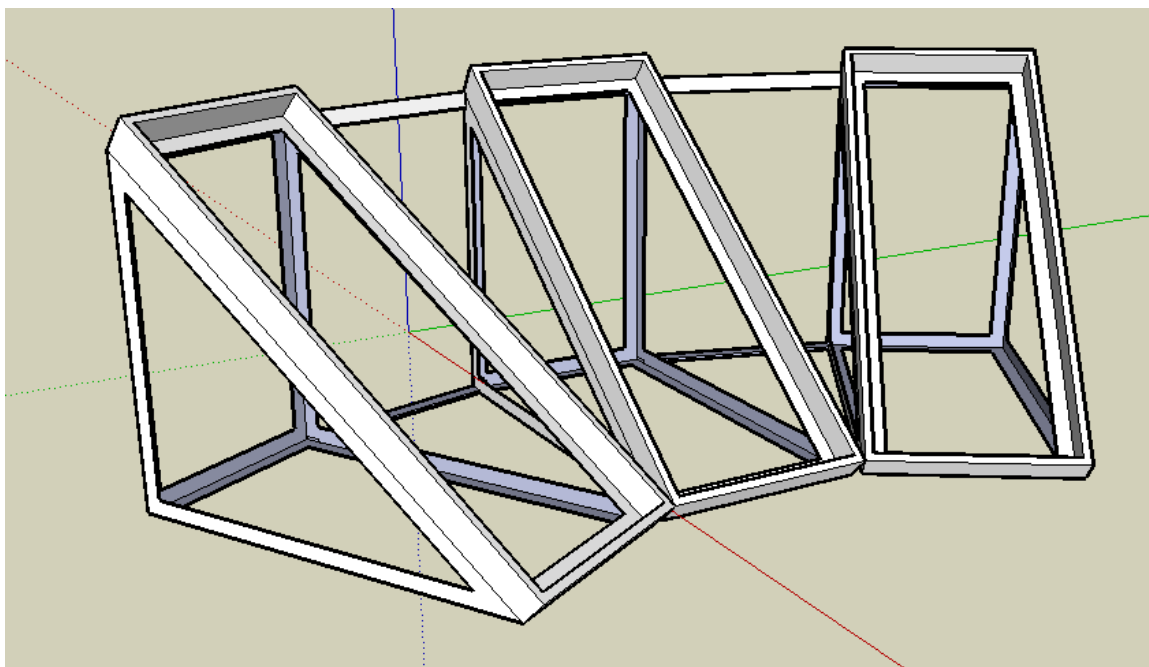
- Správné seřízení stroje je dáno spolehlivostí lidské obsluhy strojního zařízení. Lidskou chybu nejde nikdy zcela vyloučit, protože chování lidí nelze předvídat. Připustíme-li si tento fakt, je potřeba učinit takové návrhy, které by vzniku chyb zabránily, případně jejich následky snížily na minimum. Z tohoto důvodu bylo navrženo opatření, které snižuje finanční škody vzniklé špatným seřízením stroje na minimum. Současný vymezovací trn je vyroben z konstrukční oceli, nahrazením ocelového trnu za trn vyrobený z polyamidu dojde v případě chybného seřízení ke zničení tohoto trnu v ceně několika korun. V předešlém systému byly zničeny lisovací čelisti za desítky tisíc korun

## Definování nedostatku č. 2 :

- Pracovník u již zmiňované poslední operace ( operace č. 4 ) nemá dostatek pracovní plochy pro jednotlivé komponenty, které jsou k tomuto místu dodávány v malých přepravkách. Fakt, že se přepravka s materiálem neveleze na pracovní plochu se snažil pracovník odstranit postavením přepravky na její hranu. Toto řešení není zcela vhodné neboť je značná část jednotlivých komponentů prakticky vysypána na pracovní plochu.

## Navrhnuté opatření pro odstranění nedostatku č. 2 :

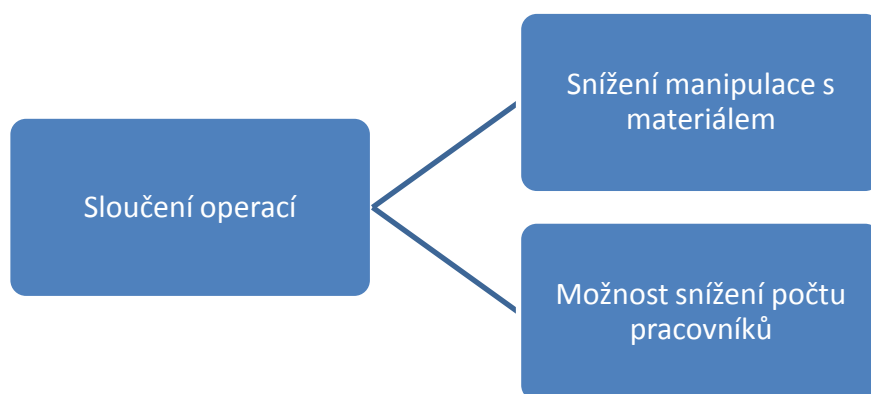
- Byl učiněn návrh držáku přepravek, který je drží pod určitým sklonem. Samotná přepravka se do tohoto držáku snadno vloží a pracovník již nemá jednotlivé komponenty chaoticky rozsypané na pracovní ploše. Sklon rovněž zaručuje, že se samotná přepravka chová jako skluz. Držák přepravek byl navrhnout v programu Google SketchUP a následně vyroben externí firmou. Pohled na pracoviště před použitím držáků a s následným využitím držáků je uveden v příloze B.



Obr. č. 4 držák přepravek vymodelovaný v programu Google SketchUP

## 6 Návrh nového systému montáže

Zrychlení průtoku materiálu je možné zajistit pomocí přepracování pracovního postupu u druhého pracovníka, případně sloučením operací více pracovníků. Při těchto operacích, které jsou relativně jednoduché a rychlé tvoří značnou část manipulace, je tedy vhodné přistoupit právě ke sloučení operací. Pomocí sloučení operací je docíleno snížené potřeby manipulace s materiálem, který vede k celkové časové úspoře. Tři operace, které vykonávali dva pracovníci jsou přepracovány do podoby, která je uvedena v tabulce č.5. Původní tři operace jsou sloučeny do jedné. Tuto operaci provádí každý z prvních dvou pracovníků samostatně. Na tento nově vytvořený postup navazuje pracovník č.3 jako v předešlém pracovním postupu. Vzhledem k současnému uspořádání pracoviště je tuto změnu možné provést za chodu montáže bez finančních investic na úpravu pracoviště. Výhodu změny systému montáže bez investic je možno plně využít za účelem praktického testu, zda je nový systém montáže skutečně účinný. Praktickým testem je tedy nahrazena simulace v počítačovém prostředí.



Obr. č. 5 přínos sloučení operací

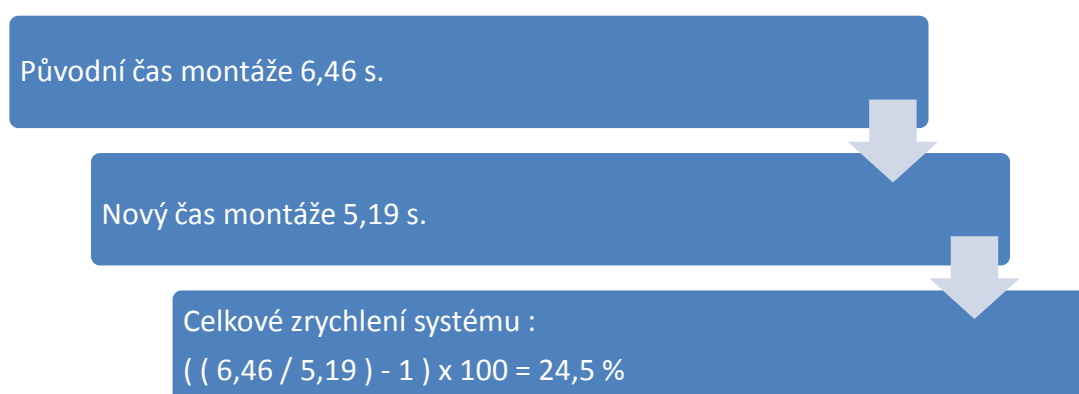


Tab. č.10 nový sled operací montáže

Stanovení krajních bodů úkonů			Průměr [s]
1	uchopení	uchopeno v poloze pro "O" kroužek	1,74
2	nasazení "O" kroužku	"O" kroužek nasazen	1,25
3	nasazení matice	matice nasazena	1,17
4	začátek testu	otestováno	2,28
5	šroubování	zašroubováno	3,18
6	odložení	odloženo	0,76
součet časů			10,38

## 6.1 Posouzení nového postupu montáže

V původním systému kdy první dva pracovníci zajišťovali tři operace montáže byli schopni předat ke konečnému zpracování třetímu pracovníkovi produkt za 6,46 s. Při novém systému operace č.1 ( vznikla sloučením operací č. 1,2,3 ) je pracovník schopen provést montáž za 10,38 s. Pokud se tedy zachová současný počet pracovníků vykonávající tuto činnost ( dva pracovníci ) jsou za čas 10,38 montovány paralelně dva kusy. Ke konečnému zpracování je tedy předán kus za 5,19 s. Nová varianta řešení je oproti předešlému systému rychlejší o 24,5 %. Další výhodou tohoto systému, kdy dochází k paralelní montáži je fakt, že při absenci jednoho z prvních dvou pracovníků dojde pouze ke zpomalení montáže nikoliv však k zastavení jako tomu bylo v předchozím případě.



Obr. č. 6 celkové zrychlení úseku montáže

## **6.2 Prostorové řešení pracoviště**

Optimální pracovní prostředí by mělo být nedílnou součástí při návrhu, případně optimalizaci daného výrobního nebo montážního procesu. Účelné prostorové rozmístění jednotlivých součástí, vhodná pracovní poloha, dobrá dostupnost ovládacích a seřizovacích prvků vede ke snížení síly, kterou pracovník vynakládá.

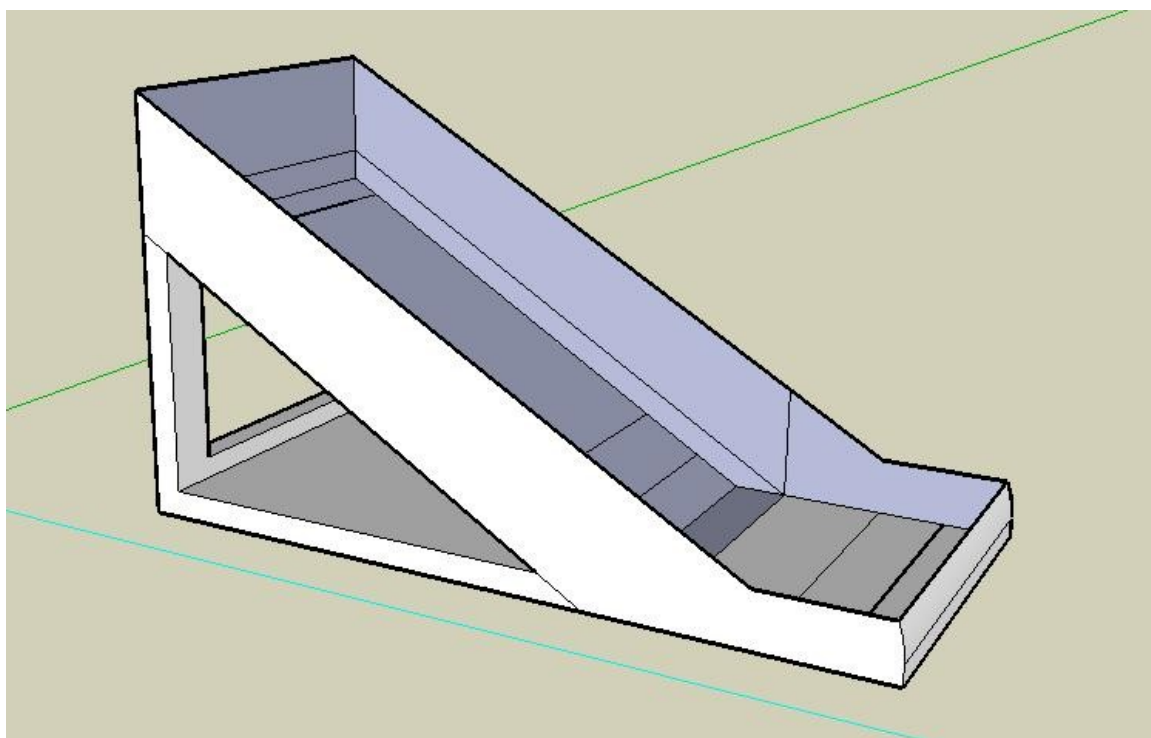
### **6.2.1 Ekonomie pracovních pohybů**

Z daného prostorového řešení pracoviště vychází samotné provedení operací a jejich sled. Z hlediska ekonomie pracovních pohybů je nutné dodržet tyto zásady: [9]

- Vytvoření pohybových návyků – po vytvoření pohybových návyků díky tomu, že má každý pracovní nástroj a každá součást své pevně dané místo dochází ke zkrácení pracovních časů
- Uspořádání materiálu – uspořádání jednotlivého materiálu nebo součástí musí dovolovat rychlé uchopení.
- Minimální vzdálenosti – mezi jednotlivými součástmi by měly být co nejmenší vzdálenosti, aby došlo k eliminaci pohybů
- Dobrá vizuální dostupnost – většina informací z pracovního prostředí je vnímána prostřednictvím zraku ( až 90 % )

### 6.2.2 Zlepšení ergonomie – využití skluzů

Za účelem snížení fyzických nároků na montáž byl učiněn návrh skluzů na materiál. Výhodou těchto gravitačních skluzů je, že nepotřebují ke své funkci žádný pohon. Gravitační skluzy využívají pouze potenciální energii jednotlivých součástí. Pomocí navržených skluzů jsou jednotlivé součásti na pracovní ploše lépe dostupné. Nové rozpoložení jednotlivých součástí lépe odpovídá pohybovým možnostem pracovníka. Za účelem zlepšení procesu montáže byly tyto skluzy navrženy pomocí programu Google SketchUP, což je velmi jednoduchý intuitivní program pro návrh ve 2D i 3D prostoru. Vytvořený návrh skluzu byl odeslán externí firmě, která zajistila jeho výrobu.



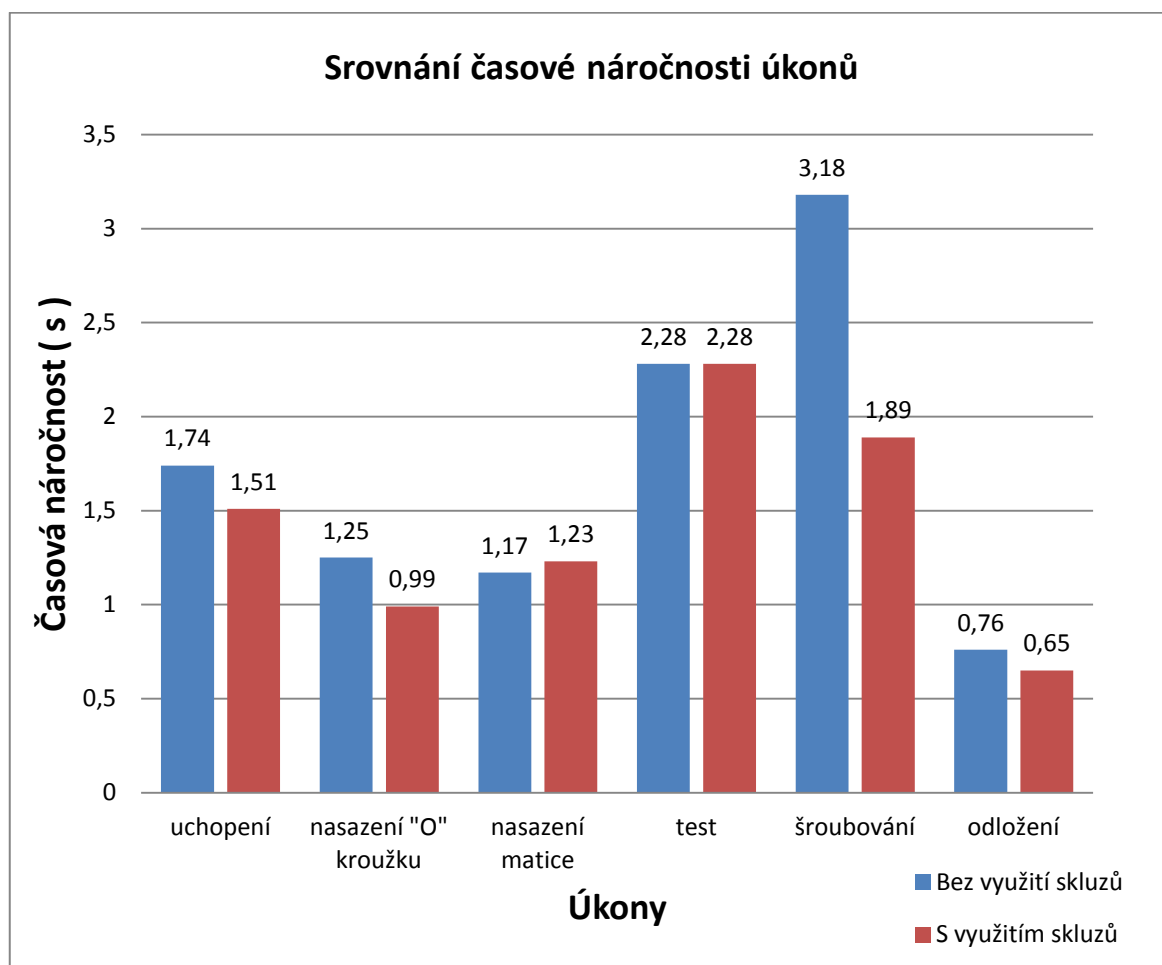
Obr. č. 7 návrh skluzu

Následný test montážního procesu s využitím skluzů potvrdil předpokládané zrychlení montáže na konečných 8,55 s ( montáž probíhá paralelně pomocí pracovníků, chceme - li tedy srovnat čas s původní hodnotou bereme v úvahu  $8,55 / 2 = 4,275$  s. )

Tab. č. 11 nový sled operací montáže – využití skluzů

Stanovení krajních bodů úkonů			Průměr [s]
1	uchopení	uchopeno v poloze pro "O" kroužek	1,51
2	nasazení "O" kroužku	"O" kroužek nasazen	0,99
3	nasazení matice	matice nasazena	1,23
4	začátek testu	otestováno	2,28
5	šroubování	zašroubováno	1,89
6	odložení	odloženo	0,65
součet časů			8,55

Graf č. 3 sloupcový graf vyjadřující časovou náročnost úkonu



### **6.3 Sled pohybů pracovníka**

Za účelem dodržení minimálního času montáže u jednotlivých pracovníků, kteří pracují na úzkém místě montáže byl sestaven sled pohybů pracovníka, které vedou k nejrychlejší kompletaci výrobku. Sled těchto operací se snaží co nejvíce využívat operace při nichž pracovník plně využívá obě ruce.

- Levá ruka stem ( ocelový nátrubek)
  - Pravá ruka “O“ kroužek
- Přehmat
- Pravá ruka stem
  - Levá ruka matice
- Levá ruka vložení zátky do hnízda
- Pravá ruka, test - šroubování - označení - odložení

### **6.4 Využití střídání pracovišť**

Jednotliví pracovníci na úseku montáže během směny postupně střídají pracoviště. Podstatou rotace pracovníků je docílení různorodosti pracovních operací v rámci pracovní skupiny. Střídání různých pracovišť vede k rozšíření náplně práce pracovníka což má příznivý vliv na pozornost pracovníků. Z fyziologického hlediska tato rotace pracovníků představuje střídavé fyzické namáhání a různé zatížení nervových center. Rozdílné fyzické namáhání zmírňuje nepříznivé působením škodlivých vlivů.

## 7 Zhodnocení daného návrhu

Předchozí systém montáže byl schopen vyprodukovat hydraulickou koncovku za 6,46 s. Současný systém pozvedl průtok systémem na hodnotu 4,28 s. Celkové zrychlení systému je možné vypočítat jako podíl času předchozího systému a nového systému montáže .

$$\text{Celkové zrychlení} = \frac{6,46}{4,28} = 1,51 \times$$

$$\text{Celkové zrychlení vyjádřené v procentech} = \left( \left( \frac{6,46}{4,28} \right) - 1 \right) \cdot 100 = 51 \%$$

Pro vyjádření přínosu nového systému v počtu kusů, které je systém schopen vyprodukovat za jednu směnu lze použít následující výpočet.

$$\text{Časový fond směny} = 8 \text{ hodin} = 480 \text{ minut} = 28\,800 \text{ s.}$$

$$\text{Celkový počet montážních linek, které jsou předmětem optimalizace} = 4$$

Počet kusů zpracovaný za pracovní směnu:

$$\frac{\text{časový fond směny}}{\text{doba montáže koncovky}} \cdot \text{počet linek}$$

Počet kusů, které je systém schopen zpracovat při původním systému :

$$\frac{28\,800}{6,46} \cdot 4 = 17\,832 \text{ ks}$$

Počet kusů, které je systém schopen zpracovat při novém systému montáže :

$$\frac{28\,800}{4,28} \cdot 4 = 26\,915 \text{ ks}$$

Celkový přírůstek v počtu vyrobených kusů za jednu směnu činí 9 093 ks. Pod touto hodnotou by bylo možné vyčíslit i konkrétní nárůst zisku, informace o zisku z jednoho kusu dané hydraulické koncovky jsou však interní informací firmy.

Celkový přínos nového systému montáže je možné vyčíslit v peněžní hodnotě pro případ, že by byl zachován současný odbyt na daný druh hydraulické koncovky. Při využití nového systému montáže by bylo možné přistoupit k redukci pracovníků na úseku montáže.

Počet kusů, které je jedna linka schopna zpracovat za jednu směnu

$$\frac{\text{časový fond směny}}{\text{doba montáže koncovky}} = \frac{28\,800}{4,28} = 6\,728 \text{ ks}$$

Potřebný počet linek s novým systémem montáže pro zpracování původního objemu montáže :

$$\frac{\text{původní objem montáže}}{\text{průtok linkou s n.sys.montáže}} = \frac{17\,832}{6\,728} = 2,65 \Rightarrow 3 \text{ montážní linky}$$

Výpočtem bylo dokázáno, že je možné současný objem montáže zpracovat pomocí třech linek místo čtyř, je tedy možná redukce personálu o 3 pracovníky.

Průměrný plat pracovníka montáže je taktéž interní informací firmy, kterou není možné v této práci zveřejnit. Z finančního hlediska je však nutno počítat s tím, že náklady spojené s každým zaměstnancem nevyjadřuje čistý plat zaměstnance, ale superhrubá mzda.

## 8 Závěr

Ve společnosti Gates Hydraulics s.r.o bylo provedeno určení časové náročnosti jednotlivých operací u vhodně zvoleného produktu, který hraje z hlediska montáže klíčovou roli. Pomocí rozboru naměřených časů bylo identifikováno úzké místo montáže, které určuje takt celé montážní linky.

K samotné optimalizaci montáže je přistoupeno z pohledu managementu úzkých míst. Identifikací úzkého místa a časovým rozбором úkonů u tohoto místa bylo zjištěno, že značnou část samotné operace tvoří manipulační časy. Samotné snížení manipulačních časů bylo zajištěno pomocí sloučení operací dvou pracovníků do podoby, kdy pracovník samostatně vykonává jednu operaci, kterou v původním systému představovaly operace tři. Navrhnuté řešení bylo odzkoušeno ve zkušebním provozu montáže. Výsledkem tohoto prvotního návrhu bylo zrychlení montáže o 24,5 %. Tohoto zlepšení bylo dosaženo bez jakýchkoliv finančních investic.

V novém systému montáže pracovník manipuluje s vyšším počtem součástí než v předchozím systému, tomuto vyššímu počtu součástí bylo nutné prostorově přizpůsobit samotné pracoviště. Navrhnutím vhodných gravitačních skluzů byly docíleny minimální rozestupy mezi jednotlivými komponenty a jejich dobrá dostupnost na pracovní ploše. Pohyby pracovníka byly omezeny na velmi malé vzdálenosti a došlo k eliminaci pohybů. Výsledkem zlepšené ergonomie pracoviště bylo celkové zrychlení o 51 % vůči původnímu systému montáže. Rovněž byl sestaven optimální sled pohybů pracovníka, aby byla tato hodnota trvale dosažitelná.

Nový systém montáže vede k celkovému zrychlení systému o více jak polovinu. Další výhodou tohoto systému montáže, je fakt, že vzrostla rozmanitost pohybů, které pracovník vykonává, v předchozím systému vykonával jen jednu operaci, nyní vykonává tři a jeho práce tedy není tak stejnorodá.

Celkovým přínosem pro podnik je větší průtok systémem, díky většímu průtoku dokáže podnik rychleji reagovat na požadavky zákazníka a zpracovat zakázky v kratším časovém intervalu. Za jednu pracovní směnu je nový systém schopen sestavit 26 915 kusů hydraulických koncovek, což je o 9 093 ks více než při původním řešení montáže.



## 9 Použité zdroje

- [1] Gates Corporation - O nás, 2005 [online].  
Dostupné z:< <http://www.gateshydraulics.cz/> >.
- [2] ŠAJDLEROVÁ I., KONEČNÝ M. *Základy managementu* ( učební text) Ostrava 2007
- [3] KONEČNÝ. M. *Základy Managementu* ( Návodů do cvičení ) 1.vydání Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 1997 156. strana ISBN 80-7078-441-5
- [4] NOVÁK. J. *Organizace a řízení* 1. vydání Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava 2006 87. strana ISBN 80-2481223-1
- [5] Chronometráž - výukový kurz, Mladá Boleslav 25.4.2008 [online].  
Dostupné z:< [http://www.jaroslavhalva.cz/x\\_OldVersion/studiumMB000.html](http://www.jaroslavhalva.cz/x_OldVersion/studiumMB000.html) >.
- [6] JÁN KOŠTURIÁK, ZBYNĚK FROLÍK. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006 49. strana ISBN 80-86851-38-9
- [7] TOCve výrobě- Drum-Buffer-Rope-II.díl, 2012 [online].  
Dostupné z:< <http://www.systemonline.cz/clanky/toc-ve-vyrobe-drum-buffer-rope-ii-dil.htm> >.
- [8] Synext –Princip neustálého zlepšování – základní filosofie ISO 9001, 2005[online].  
Dostupné z:< <http://www.synext.cz/princip-neustaleho-zlepsovani-zakladni-filosofie-iso-9001.html/> >.
- [9] JAN HEŘMAN. *Řízení výroby* 1. vydání MELANDRIUM, 2001 140. strana ISBN 80-86175-15-4

## **10 Seznam příloh**

- Příloha A      Pohled na pracoviště se starým a novým systémem montáže
- Příloha B      Návrh a využití držáku materiálu